

TOKSIKOLOŠKI PROBLEMI ZAŠTITE ČOVJEKOVE OKOLINE

M. ŠARIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada JAZU, Zagreb

(Primljeno 2. IX 1975)

U uvodu se ukratko rezimiraju najvažniji izvori onečišćenja različitim toksičnim agensima koji mogu izazvati nepovoljne biološke efekte bilo putem profesionalne ekspozicije, stanovanjem odnosno boravkom u sredini s onečišćenom vanjskom atmosferom ili unošenjem u organizam putem hrane, vode za piće ili upotrebom različitih predmeta. Pored toga razmatra se problem učinka malih količina pojedinih toksičnih tvari kad se one unose u organizam ingestijom ili inhalacijom u toku dužeg razdoblja. Ističe se dalje da u proučavanju toksičnosti pojedinih onečišćenja treba obratiti pažnju i na interakciju različitih činilaca, posebno prehrane. U pogledu toksičnosti pojedinih onečišćenja okoline izdvaja se posebno vulnerabilnost fetusa i djeteta, za što se također navode primjeri. Na kraju se citiraju predloženi prioriteti za izradu zdravstvenih kriterija, kao i preporuke u odnosu na smjerove daljih istraživanja.

Kad je riječ o toksikološkim problemima vezanim za čovjekovu okolinu, treba imati u vidu cijeli niz mogućih izvora onečišćenja različitim agensima koji mogu izazvati nepovoljne biološke efekte bilo putem profesionalne ekspozicije, stanovanjem odnosno boravkom u sredini sa zagađenom vanjskom atmosferom, unošenjem u organizam putem hrane, vode za piće ili upotrebom različitih predmeta. K tome treba pridodati i raznovrsne otrove prirodnog podrijetla koji mogu izazvati različite štetne učinke na ljudsko zdravlje.

Posebno su pitanje akcidentalna otrovanja, međutim, to nije predmet ovog prikaza.

Referat održan na I kongresu toksikologa Jugoslavije, Herceg-Novi 6—9. listopada 1974.

Spektar toksičnih supstancija kojima je čovjek potencijalno izložen na radu vrlo je širok i stalno se povećava novim tehnološkim postupcima odnosno uvođenjem novih proizvoda. Potrebno je, međutim, odmah naglasiti da je tehnologija u međuvremenu usavršena i da je zaštita na radu sada znatno bolja nego je bila ranije te se postepeno i dalje poboljšava. To utječe s jedne strane na smanjenje rizika, a s druge strane na promjene u strukturi otrovanja: teška trovanja su znatno rjeđa, javlja se u većoj mjeri problem suptoksičnih prolongiranih ekspozicija, nekih otrovanja više nema – npr. otrovanje žutim fosforom, ali se javljaju i otkrivaju nove opasnosti. Jedan od takvih primjera je nedavna spoznaja da je u proizvodnji vinil klorida značajno povećan rizik od obolijevanja od angiosarkoma jetre koji je inače vrlo rijedak.

Posljednjih godina usredotočena je pažnja na onečišćenje vanjske atmosfere. Onečišćenje zraka je nesumnjivo jedan od najvažnijih problema današnjice i pogađa u većoj ili manjoj mjeri sve zemlje. Zanimljivo je podsjetiti se da su u toku niza godina čađa, dim i smrad smatrani neizbježnim pratiocima urbanog života, pa i znakom prosperiteta. Tek nedavno ljudi su postali svjesni opasnosti što ih takva onečišćenja mogu nanijeti njihovu zdravlju odnosno ugroziti im komfor (1).

Ako se izuzmu radioaktivno zračenje i biološki faktori, proizvodi izgaranja goriva ostaju najrašireniji faktori onečišćenja zraka. Tome svakako treba dodati posebne emisije koje potječu od industrijskih procesa. Ugljen i loživa ulja još su uvijek najviše u upotrebi, iako se prirodni plin, koji ima prednost da uzrokuje malo onečišćenja, upotrebljava sve više. Motorna su vozila suvremeni izvor onečišćenja kojemu treba pridavati posebnu pažnju.

U vezi s upotrebom ugljena i loživih ulja posebno je aktualno onečišćenje zraka sumpornim dioksidom – nadražljivcem – kojeg je pojava rezultat izgaranja sumpora prisutnog u većem ili manjem postotku u ugljenu i loživim uljima – posebno teškom ulju – mazutu. Tome treba dodati okside dušika – također nadražljivce, zatim dim čija je količina veća što je veći sadržaj volatilne materije u ugljenu. Ako je izgaranje neadekvatno, emitira se i ugljični monoksid. Razgradnja bilo koje materije sastavljene od ugljikovodika kao i destilacija ugljena proizvodi različite količine policikličkih aromatskih ugljikovodika.

Emisije od motornih vozila sadrže ugljični monoksid i olovo koje potječe od dodatka tetraetilnog olova benzinu (da bi se poboljšala anti-detonatorska svojstva goriva). Sadržaj ugljikovodika, koji potječe od nesagorenog ili djelomično sagorenog goriva, od većeg je značenja u slučaju kad dolazi do tzv. fotokemijske reakcije u atmosferi pri kojoj se stvaraju sekundarni produkti veće toksičnosti (tzv. fotokemijski smog).

U područjima u kojima se kao gorivo upotrebljava ugljen, u vrijeme atmosferskih stagnacija dolazi do stvaranja druge vrste smoga. Nastaju različite reakcije između pojedinih onečišćenja nagomilanih u

prizemnom sloju atmosfere. Najčešća i vjerojatno najznačajnija sa stanovništva zdravlja jest oksidacija sumporovog dioksida u sumpornu kiselinu, čije kapljice mogu djelovati kao nadražljivci.

Navedene pojave imaju i sekundarnih posljedica. Krute čestice (dim) predstavljaju jezgre za kondenzaciju vlage iz zraka, pa uzrokuju stvaranje magle i kiše. Zbog toga se smanjuje vidljivost kao i učestalost i intenzitet sunčanog zračenja koje dopire do prizemnog sloja atmosfere. Dolazi dakle do promjena u lokalnoj klimi.

Pored bakteriološkog onečišćenja voda javlja se u sve većoj mjeri problem onečišćenja vodenih tokova industrijskim otpadnim vodama, naftom, kontaminacija voda i riba teškim metalima (živa) kao i drugim anorganskim i organskim te radioaktivnim materijalima. Poseban je problem, osobito u nas, zaštita mora od onečišćenja. I morska flora i fauna ugrožene su nizom organskih i anorganskih onečišćenja.

Treba istaći da je s gledišta onečišćenja voda osobito aktualna sve veća upotreba deterdženata. Fosfatni deterdženti dopinose tzv. eutrofikaciji voda, rezultat čega je veliko razmnožavanje algi u vodama. S druge strane, mnogi deterdženti pa i oni koji ne sadržavaju fosfate, ozbiljan su zdravstveni problem prvenstveno zbog kaustičkih silikata i karbonata koje sadržavaju i koji su štetni u dodiru s kožom, sluznicama oka i nosa i probavnog trakta.

Vrlo je aktualno pitanje pesticida, od kojih mnogi predstavljaju opasnost i za čovjeka. Ekspozicija pesticidima počinje u njihovoj proizvodnji, nastavlja se u primjeni i završava unošenjem u organizam rezidua na pojedinim prehrambenim artiklima. Osobito je u posljednje vrijeme porasla zabrinutost u odnosu na produžen učinak onih pesticida koji se, makar u malim količinama, nakupljaju u tijelu.

Neovisno o pesticidima koji se mogu kao rezidua unijeti u tijelo, hrana je izvor i pojedinih metala u tragovima koji tim putem mogu dospjeti u organizam.

Neki od tih metala kao bakar, mangan, cink i kobalt nužni su za normalno odvijanje životnih funkcija – razumije se u malim količinama, dok su drugi toksički.

Putem različitih pića, školjaka, riba i druge vrste hrane moguće je unošenje olova, kadmija, žive, arsena – dakle metala s poznatim toksičkim svojstvima.

Računa se da od olova koje se unosi ingestijom oko 90% potječe iz hrane, ali se od toga svega oko 5% apsorbira (2). Iznimka su, čini se, mladi organizmi.

Jedan od izvora olova – koji je još uvijek aktualan i u nas, posebno u pojedinim područjima – jest olovom glasilirana grnčarija koja se na primitivan način u kućnom obrtu proizvodi npr. u nekim selima Hrvatskog zagorja.

Kadmij može dospjeti u hranu udružen s cinkom iz metala povezanih s preradom hrane, zatim putem kontaminacije zraka zbog trošenja automobilskih guma u kojima je i kadmijev oksid – opet kao pratilac cinka. Jedan od mogućih izvora kadmija su fosfatna gnojiva. Kao i drugi teški

metali kadmij se akumulira u školjkama i mekušcima iz mora, ali se ne zna da li taj kadmij nastaje zbog aktivnosti čovjeka ili mu je porijeklo iz prirodnih izvora.

Kontaminacija hrane živom potječe od proizvodnih procesa u poljoprivredi i industriji, što rezultira reziduima u ribama i životinjama. Ispitivanja su pokazala da se u slatkovodnim ribama 90-100% akumulirane žive nalazi u ekstremno toksičnom kemijskom obliku – kao metilna živa (3). To ne znači da se živa u svim slučajevima nalazi u metiliranoj formi. Ustanovljeno je, na primjer, da je u jetri i posebno u bubrezima svinja manje od 50% akumulirane žive u takvom kemijskom obliku (4).

Arsen je u pravilu kontaminant hrane u lokalnim okvirima – u blizini talionica ili drugih specifičnih izvora arsena.

Hrana može biti kontaminirana polikloriranim bifenilima koji se upotrebljavaju u industriji kao plastifikatori, izolatori, tekućine za prijenos topline te kao sredstva za podmazivanje. Kemijski su ekstremno stabilni i topljivi u mastima. Nalaze se kao kontaminanti u ribama i životinjama.

Klorodioksini, koji mogu nastati grijanjem klorofenola a u širokoj su upotrebi kao prezervansi, fungicidi, dezinfektansi i kontaktni herbicidi, također su potencijalni kontaminanti masti i masnih kiselina. Njima se pripisuju teratogena svojstva (2,3,7,8-tetraklorospoj kao onečišćenje u 2,4,5-triklorofenoksioktenoj kiselini) a 1,2,3,7,8,9-heksaklorodibenzo-p-dioksin se smatra jednom od toksičkih komponenata u faktoru pilećeg edema (5).

U posljednjem desetljeću, velika se pozornost pridaje nitroso spojevima s obzirom na njihova dobro utvrđena karcinogena svojstva. Karcinogeni N-nitroso spojevi nastaju reakcijom nitrita s nekim dušikovim spojevima u kiselom mediju. U čovjeka uđu s hranom, gdje se nitroso spojevi stvaraju u toku pohranjivanja odnosno pripremanja hrane, ili se pak sintetiziraju u samom želucu. Znajući te činjenice treba spomenuti široku rasprostranjenost primjene nitrita kao konzervansa u hrani i istodobno široke upotrebe lijekova amino skupine (aminopirin npr.). Ovaj rizik, međutim, nije još jednoznačno evaluiran.

Mikotoksini su gljivični produkti koji izazivaju oštećenja organa ili organskih sistema u čovjeka i onda kad hrana što je čovjek konzumira i ne sadržava plijesni. To su u pravilu kasni učinci, ali postoje i akutne mikotoksikoze. Najveću pozornost privlači aflatoksin,* spoj kojemu se pripisuju i karcinogena svojstva. Ima, međutim, još mnogo mikotoksina, od kojih su neki upotrebljavani ranije kao antibiotici, a koji su zapravo i sami produkti plijesni. Danas se neka patološka stanja nepoznate etiologije pokušava povezati s prekomjernom ekspozicijom ovoj skupini kemijskih tvari.

Kad je riječ o kontaminantima koji se unose putem hrane ima više pitanja koja traže precizniji odgovor. To su: značenje izvora, mogućnost kontaminacije, prijenos kontaminanata, njihova kemijska transformacija

* Vidi prikaz u ovom broju, str. 283.

i metabolizam. Dalja istraživanja u vezi s pojedinim kontaminantima treba da na to dadu odgovore.

Inače, u vezi s elementima koji iz različitih izvora i na različite načine iz okoline ulaze u čovjeka, najaktualnije je pitanje učinka malih količina takvih supstancija kad se one unose u organizam ingestijom ili inhalacijom u toku dužeg razdoblja.

U tablici 1 prikazan je radi ilustracije određeni broj takvih elemenata za koje je poznato da mogu biti toksični za čovjeka.

Tablica 1

Neki elementi u tragovima koji mogu biti toksični za čovjeka

| Element | Organi ili sistemi pogođeni viškom |
|-------------------|--|
| Esencijalni | |
| Kobalt | Srce, štitnjača, gastrointestinalni trakt |
| Bakar | Gastrointestinalni trakt, eritrociti, jetra |
| Cink | Gastrointestinalni trakt, pluća, CNS |
| Mangan | CNS, pluća? |
| Možda esencijalni | |
| Molibden | Nedefinirano |
| Vanadij | Gastrointestinalni trakt |
| Selen | Zubi? CNS? |
| Nikalj | Respiratorni trakt (neoplazme) |
| Neesencijalni | |
| Kadmij | Pluća, bubrezi, krvne žile (hipertenzija)? |
| Arsen | Srce, živčevlje, koža, pluća (neoplazme)? |
| Telurij | Nedovoljno definirano |
| Kositar | Gastrointestinalni trakt, CNS |
| Živa | CNS, periferni živci |
| Olovo | Krvotvorni organi, CNS, periferni živci, bubrezi |

Prema: *Louria, B. D. et al.: Ann. Intern. Med., 76 (1972) 307.*

Postavlja se pitanje rizika u prolongiranoj ekspoziciji tim i drugim elementima u hrani, vodi i zraku: npr. kakva je uloga kadmija u razvoju kroničnih bolesti pluća ili hipertenzije, kakva je uloga nikla u pojavi pojedinih bolesti, ili arsena u vaskularnim i drugim abnormalnostima. Značenje selena, molibdena, vanadija i telurija sa stanovišta ljudskog zdravlja također nije dovoljno razjašnjeno.

Poseban problem odnosi se na to nije li povećana apsorpcija odnosno akumulacija jednog metala u organizmu uvjetovana istovremenom prisutnosti u povećanoj mjeri jednog drugog metala ili deficitom nekog esencijalnog metala odnosno nekog drugog nutritivnog faktora.

Poznato je npr. da se teratogeni efekti kadmija i arsena mogu prevenirati davanjem selena (6). Cink također inhibira teratogeni, embriocidalni i neoplastički efekt kadmija (7). Deficit željeza povećava apsorpciju mangana (9). Davanje željeza u velikim dozama ublažava štetne efekte visokih doza mangana (8, 10).

Neke bolesti, kao što je poznato, mogu biti uzrokovane deficitom metala (tablica 2). Dok je za željezo, bakar, cink i kobalt poznato da njihov manjak izaziva bolest čovjeka i nižih životinja, za deficit mangana, kroma i selena nije sasvim sigurno da li može izazvati bolesti čovjeka (11).

Tablica 2
Primjeri bolesti uzrokovanih deficitom metala

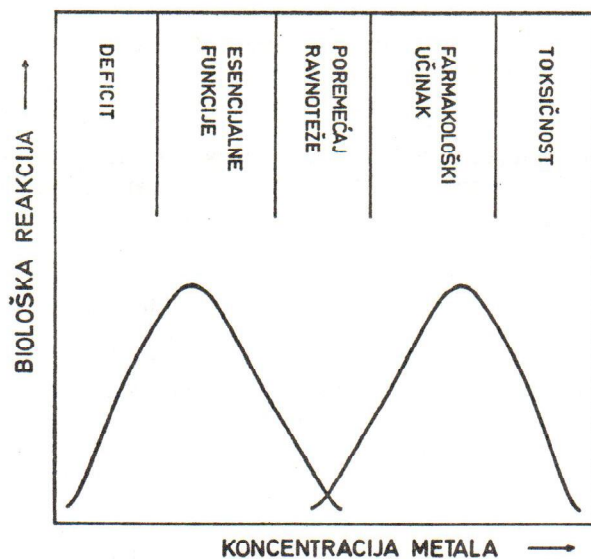
| Metal | Bolest deficita |
|------------------------------------|---|
| Željezo | Anemija |
| Bakar | Anemija, demijelinizacija živaca s poremećenim hodom u ovaca («swayback») |
| Cink | Patuljavost, oštećenje gonada |
| Kobalt (kao vit. B ₁₂) | Anemija |
| Mangan | Disfunkcije gonada, koštane abnormalnosti |
| Krom | Abnormalni metabolizam glukoze |
| Selen | Nekroza jetre, bolest mišića |

Prema: Ulmer, D. D.: Fed. Proc., 32 (1973) 1578.

Već je istaknuto da isti esencijalni metali u povećanoj koncentraciji (željezo, bakar, cink i kobalt) kao i drugi metali imaju toksički učinak. Taj učinak, međutim, ne mora uvijek biti rezultat povećane ekspozicije iz okoline već posljedica genetskih poremećaja (npr. Wilsonova bolest).

Kada je riječ o metalima, treba naglasiti da potencijalno svaki element ima biološku funkciju koja mora biti ispravno ocijenjena uzimajući u obzir fiziološke i toksikološke efekte metala u jednom povezanom slijedu, od koncentracija potrebnih za održavanje esencijalnih funkcija organizma, zatim koncentracija koje mogu imati sekundarni ili farmakološki efekt pa do koncentracija koje su potencijalno toksične, eventualno i letalne (12). Moguća reakcija na primljenu dozu metala prikazana je na slici 1. Može se smatrati da je sada osnovni istraživački problem ne u tome da se ustanovi da li određeni metal ima ili nema toksička svojstva, nego gdje se nalazimo u poznavanju njegovih svojstava na prikazanoj krivulji. Stanje je momentalno takvo da se naše spoznaje o gotovo svakom metalu odnose samo na jedan ograničeni dio takve krivulje (11).

U proučavanju toksičnosti pojedinih onečišćenja treba obratiti pažnju i na interakciju prehrambenih faktora. To vrijedi za pesticide, određeni



Sl. 1. *Moguća reakcija na primljenu dozu metala (prema: Ulmer, D. D.: Fed. Proc., 32 (1973) 1578.*

broj minerala i oksidanse, koji se javljaju kao faktori onečišćenja zraka. Faktori ishrane koji pri tome mogu biti od značenja jesu bjelančevine, posebno amino-kiseline sa sadržajem sumpora, mineralni sastav hrane i vitamini A, C, D i E.

Pojedini primjeri koji ilustriraju ove postavke a odnose se na interakcije pojedinih metala, što može biti uvjetovano vrstom ishrane, već su ranije navedeni. Spomenut ćemo još neke: toksičnost selen mijenja se ovisno o sadržaju proteina u hrani. Čini se da se takav protektivni efekt može pripisati metioninu (13). Mehanizam je vjerojatno taj da se selen i sumpor do određenog stupnja mogu međusobno zamijeniti u strukturi proteina. Sumpor koji se unosi metioninom nadomješta selen. Selen u suvišku zamjenjuje sumpor u keratinu oštećujući kosu, nokte i kopita u životinja (14).

Toksičnost olova također se mijenja s dijetom. Toksičnost žive može dijelom ovisiti o vrsti ishrane. U analizi otrovanja živom u Minamati u Japanu došlo se do zaključka da je toksičnost žive bila povećana dijetom od biljnih proteina u usporedbi s dijetom od tune. Tuna je bogata selenom, a poznato je da selen – primijenjen izolirano – također smanjuje toksičnost žive (15).

Deficit vitamina E povećava toksičnost ozona, a dodatak istog vitamina je smanjuje (16). Mehanizam tog djelovanja čini se da uključuje stvaranje slobodnih radikala. Vitamin B bi trebao imati efekt antioksidansa.

Dalje proučavanje toksičnosti pojedinih faktora onečišćenja okoline u ovisnosti o sistemu i strukturi ishrane predstavlja, bez sumnje, jedan od vrlo značajnih istraživačkih problema.

U posljednje vrijeme javio se također interes za proučavanje jednog drugog oblika moguće interakcije: ekspozicija pojedinim toksičkim agensima i živim organizmima (bakterije, virusi). Pretpostavka je da neke toksične materije putem različitih mehanizama – npr. inhibicijom aktivnosti alveolarnog makrofaga – mijenjaju imunobiološka svojstva organizma – konkretno u ovom slučaju čišćenje alveola – i time stvaraju veću predispoziciju za infekciju (17).

U ispitivanju toksičnosti različitih onečišćenja okoline s pravom se ističe posebna vulnerabilnost fetusa i djeteta. Poznata je pojava cerebralne paralize u djece u Japanu čije su majke u toku graviditeta jele ribu kontaminiranu metilnom živom iz industrijskih otpadnih voda. Iz iste zemlje potječe i slučaj s novorođenom djecom smanjenog uzrasta i smeđim diskoloracijama na koži. Njihove su majke upotrebljavale jestivo ulje koje je u procesu proizvodnje bilo kontaminirano polikloriranim bifenilima (18).

Istraživanja provedena u Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada JAZU pokazala su da mladi organizmi u odnosu na odrasle imaju znatno povećanu apsorpciju olova u probavnom traktu, što je dijelom vezano za mliječnu hranu (19). Osim toga, olovo u mladim organizmima lakše prolazi kroz hematoencefalnu barijeru (20). Ovo se sve može možda dovesti u vezu s različitom kliničkom slikom otrovanja olovom u djece, odnosno znatno češćom pojavom olovne encefalopatije nego u odraslih.

Ima podataka koji upućuju na to da su djeca znatno osjetljivija od odraslih na onečišćenje zraka, iako mehanizmi takvih učinaka nisu dovoljno proučeni (21).

Učinci na fetusu i djeci mogu biti neposredni ili s kasnijim manifestacijama koje mogu biti vrlo izražene u pojedinim razdobljima života. Proučavanje toksičnih efekata pojedinih onečišćenja okoline na fetus i u dječjoj dobi treba svakako intenzivirati koristeći se – pored epidemioloških metoda – i drugim istraživanjima uključujući tehniku celularne i molekularne biologije.

Na kraju ovog prikaza umjesto zaključka korisno je navesti preporuku i prioritete u odnosu na problematiku onečišćenja okoline koje je izradila izabrana grupa stručnjaka Svjetske zdravstvene organizacije (22). U tablici 3 prikazani su prioriteti za izradu zdravstvenih kriterija.

Sugerira se da i istraživačke napore treba usmjeriti prvenstveno na popunjavanje određenih praznina u našem znanju o faktorima koji se nalaze na prikazanim tablicama. Pored toga naglašava se da posebnu pažnju treba obratiti na transport i transformaciju onečišćenja, oblike ekspozicije, uzimanje uzoraka i analitičke tehnike za praćenje profesionalne i osobne izloženosti onečišćenjima, zatim na metaboličke studije kemijskih onečišćenja, patogenezu štetnih učinaka na zdravlje s posebnim osvrtom na procese adaptacije i kompenziranja.

Tablica 3

Predloženi prioriteti za izradu i reviziju zdravstvenih kriterija (22)

| Prio- ritet | Priprema novih dokumenata o kriterijima | Revizija, proširenje i evaluacija posto- jećih dokumenata (kriterija) SZO | Potreba za ocjenom nacionalnih doku- menata od strane SZO (kad ti doku- menti budu pri- stupčni) | Potrebna prelimi- narna ocjena struč- njaka i dalja istraživanja |
|----------------|--|---|--|--|
| A | Oksidi dušika Nitrati, nitriti i nitrozoamini Mangan Poliklorirani bifenili Buka i vibracije | Kadmij Olovo Ziva Fotokemijski oksidansi i reaktivni ugljiko- vodici | Arsen Berilij Krom Bakar Nikalj Selen Vanadij Cink | Antimon Bizmut Kobalt Litij Paladij Platina Kositar Amonijak Merkaptani Morski biotoksini Organske prašine Laserske zrake |
| B | Mikotoksini Mikrovalovi | Ugljični monoksid Sumporni dioksid i suspendirane čestice Azbest Karbamatni pesticidi Policiklične organske materije | Estrogeni Uzročnici gušavosti Fitotoksini | Barij Germanij Lantan Molibden Titan Telurij |
| C | Aerosoli sulfata, sulfata, sumporne kisljine | Klorirani pesticidi Toplinska okolina, klimatski faktori i visina | Klorna i hidro- klorna kiselina Fenoli Ftalati Sredstva koja utječu na površinsku napetost Sredstva koja potpomažu rast Ultravioletno i sunčevo zračenje | Aluminij Galij Indij Željezo Jake lužine Talk i silikati Inertne prašine Akrolein Alkil-kloridi Benzen, toluen, ksilen Formaldehid Fluorogljjici Organski spojevi broma Organski tiocianati Volatilni dio ugljenog katrana i asfalt Drugi volatilni ugljikovodici Mineralni špiriti Destilati nafta Epoksi-smole Stireni i polistireni Industrijski enzimi i enzimi u prodaji Antikorozivi Promjene u atmo- sferskom pritisku Infra-crveno zračenje |

Kombinirani učinci različitih onečišćenja na čovjeka, kako sinergistički tako i antagonistički, trebaju biti također istaknuti predmet istraživanja.

Konceptija prema kojoj bi mogao postojati »prag« za sve vrste učinaka faktora okoline na zdravlje zavređuje pažnju i traži dalja istraživanja.

Ističe se i potreba dodatnih istraživanja na području humane biometeorologije s obzirom na značenje odnosa između klime i ljudskog zdravlja.

Nužna su također dalja istraživanja da bi se definirala kvaliteta života što je žele stanovnici svake pojedine zemlje. Na kvalitetu života – pored održavanja zdravlja – mogu utjecati i drugi činioci kao što su: degradacija prirode, kulturno blago, mogućnosti za rekreaciju ili pak pojava različitih neugodnosti uključivši neugodne mirise i druge faktore koji mogu utjecati na funkcionalnu sposobnost i dobro osjećanje čovjeka.

Zbog njihove posebne praktične važnosti treba razvijati kombinirane indekse za ocjenu kvaliteta okoline – jedan indeks za više faktora okoline.

Naglašava se također da je svakako poželjno ne uvoditi nove agense u okolinu a da prethodno nisu ocijenjeni sa stanovišta preventivne medicine.

Pored kompletiranja saznanja o činiocima koji su prikazani na prioritetnoj listi (tablica 3) ističe se potreba proučavanja i nekih drugih grupa spojeva koji mogu imati štetne učinke na zdravlje, uključivši pritom dodatke gorivima, komercijalne aerosole, helirajuće agense i njihove metalne komplekse, kemijska sredstva za sterilizaciju, zasićene klorirane ugljikovodike koji se uvode kao zamjena ja PCB i PCT, poliklorirane dibenzoparadioksine kao onečišćenja kloriranih fenola, stabilizatore plastičnih masa, fitoaleksine, te moguće učinke vezane za procese recikliranja životinjskih otpadaka.

Literatura

1. The Health Effects of Air Pollution, Report on a Symposium, Prague, 6–10 November 1967, Regional Office for Europe, WHO, Copenhagen, 1968.
2. Patterson, Clair C.: Contaminated and natural lead environments of man, Arch. environ Health, 11 (1965) 344.
3. Löfroth, G.: Methylmercury, Report of Working Group on Environmental Toxicology, Swedish National Science Research Council, Stockholm, 1969.
4. Westöö, G.: Mercury and methylmercury levels in some animal products, August 1967–October 1969, Vår Föda 1969, p. 138.
5. Chemical and Engineering News; Search for chick edema factor, 1967.
6. Holmberg, R. E., Ferm, W. H.: Interrelationships of selenium, cadmium and arsenic in mammalian teratogenesis, Arch. environ. Health, 18 (1969) 873.
7. Ferm, V. H., Carpenter, S. J.: Teratogenic effect of cadmium and its inhibition by zinc, Nature, 216 (1967) 1123.
8. Mena, I., Harinchi, K., Cotzias, G. C.: Chronic manganese poisoning. Individual susceptibility and absorption of iron, Neurology (Minneapolis), 19 (1969) 1000.

9. *Hartman, R. H., Matrone, G., Wise, G. H.*: Effect of high dietary manganese on hemoglobin formation, *J. Nutr.*, 57 (1955) 429.
10. *Matrone, G., Hartman, R. H., Clawson, A. J.*: Studies of a manganese-iron antagonism in the nutrition of rabbits and baby pigs, *J. Nutr.*, 67 (1959) 309.
11. *Ulmer, D. D.*: Metals — from privation to pollution, *Fed. Proc.*, 32 (1973) 1758.
12. *Bertrand, G.*: Intern. Congress Appl. Chem. 8th, 28 (1912) 30.
13. *Krehl, W. A.*: Selenium, the maddening mineral, *Nutr. Today*, 5 (1970) 26.
14. *Schroeder, H. A., Frost, D. V., Balassa, J. J.*: Essential trace metals in man: Selenium, *J. Chronic Dis.*, 23 (1970) 227.
15. *Gauther, H. A. et al.*: Selenium: Relation to decreased toxicity of methyl-mercury added to diets containing tuna, *Science*, 175 (1972) 1122.
16. *Goldstein, B. D. et al.*: Ozone and vitamin E, *Science*, 169 (1968) 401.
17. *Coffin, L. D. et al.*: Interaction of biological agents and chemical air pollutants, *Ann. Occup. Hyg.* 15 (1972) 219.
18. *Miller, W. R.*: Susceptibility of the Fetus and Child to Chemical Pollutants, *Science*, 184 (1974) 812.
19. *Kello, D., Kostial, K.*: The effect of milk diet on lead metabolism in rats, *Environ. Res.*, 6 (1973) 355.
20. *Patel, A. J. et al.*: Changes within metabolic compartments in the brains of young rats ingested lead, *J. Neurochem.*, 22 (1974) 591.
21. *Finberg, L.*: Interaction of the Chemical Environment with the Infant and Young Child, *Pediatrics*, 53 (1974) 22.
22. WHO: Environmental Health Criteria, Report of a WHO Scientific Group, EP/73.2, p. 31.

Summary

TOXICOLOGICAL PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

In the introduction are briefly reviewed the most important sources of pollution with various toxic agents which may produce adverse health effects either through occupational exposure, dwelling in an environment with polluted atmosphere, through intake of food, drinking water or through the use of various objects.

The problem of the biological action of small amounts of some toxic substances which enter the organism by ingestion or inhalation over a certain period of time is also considered. It is pointed out that in the study of the toxicity of some pollutants attention should be paid to the interaction of various factors, particularly nutrition.

Examples are given which prove that the foetus and child are specially vulnerable to the toxic action of environmental pollutants.

In the end are quoted priority proposals for the setting up of health criteria and recommendations for further research.

*Institute for Medical Research and
Occupational Health, Yugoslav Academy
of Sciences and Arts, Zagreb*

*Received for publication
September 2, 1975.*